

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物及地球科學科

031720

乾與濕的策略-捲葉濕地苔和水的關係

學校名稱： 宜蘭縣立復興國民中學

作者：	指導老師：
國二 林仁安	吳月鈴
國一 林家漢	郭凱琪
國二 陳品宇	
國二 黃浩倫	

關鍵詞：捲葉溼地苔、乾旱、光合作用

乾與濕的策略---捲葉溼地苔和水的關係

壹、摘要

這個研究在探討捲葉溼地苔(*Hyophilainvoluta*)和水的關係，主要的結果包括：

- 一、**形態、構造、生活環境等**：假葉是由單一層細胞構成，細胞小而規則，成群體生長，58 株/1cm²、126 株/1g，在潮濕的環境中，較常出現孢子囊，而在較乾燥的環境下則較少。
- 二、**乾旱與吸水**：捲葉溼地苔在失去水分達一定程度後，細胞生理會產生一些改變，使水分不易再散失。而吸水過程主要由葉完成，二分鐘之內可吸飽水(水重達本身重量的 573%)。我們推測乾燥始捲葉溼地苔細胞質濃度增高，這可能是捲葉溼地苔葉片能快速而大量吸水的原因。
- 三、**經乾旱後對生理的影響**：經短期乾旱處理的捲葉溼地苔，再供水後，竟能迅速恢復光合作用，尤其第一小時的光合作用率，甚至比水分充足的樣本還高。但乾燥四天後光合作用率開始下降，到第十天已低於新鮮樣本的光合作用率。

貳、研究動機

各版本的教科書介紹苔蘚類時，總是說它們「生長在陰暗潮濕處」，而我們卻在日曬充足、缺少水分的水泥牆上發現大片苔類生長；在一次觀察活動時，將前一週留在桌上的乾枯苔類澆水後，數分鐘內，竟全部回復原狀，又現出青翠的綠色。從這些現象，我們覺得：其實苔類是很耐乾旱的，且有極強的吸水能力！於是我們著手探討苔類和水的關係，包括：苔類沒有維管束如何能快速吸水？可以吸多少水？有哪些方法抵抗乾旱？又能忍耐多久的乾旱？乾旱之後生理作用是否產生變化？等問題。

參、研究目的

- 一、探討捲葉溼地苔的基本構造及生長環境
- 二、探討捲葉溼地苔耐乾旱的現象
- 三、探討捲葉溼地苔吸水的特性
- 四、探討捲葉溼地苔的水分進出細胞和溶液濃度的關係
- 五、乾旱對捲葉溼地苔光合作用的影響

肆、研究設備及器材

研究對象：叢苔科的捲葉溼地苔 (*Hyophilainvoluta*)。

相機、刀片、放大鏡、紙、筆、尺、解剖顯微鏡、複式顯微鏡、玻片、培養皿、計時器、電子秤、天平、氯化亞鈷試紙、沙拉油、棉花、鹽、燒杯、漏斗、碳酸氫鈉、5cc 注射針筒、三向閥、透明投影機、電子溼度計。

伍、研究過程與方法

一、基本構造及生長環境

- (一)、在校園、牆腳、水溝邊、樹幹上等處觀察、尋找。
- (二)、選定住家附近灌溉溝渠的水泥牆（坡度約80度）上的大片苔類，作為本研究的主要樣本來源。
- (三)、外部型態觀察：用眼睛和放大鏡觀察、畫下及紀錄。觀察項目包括：每棵的高度、假葉排列情形、計算假葉數量等。
- (四)、計算群體植株生長密度：取面積1公分*1公分的群體計算所含植株數，重複10個樣本。取一克樣本計算所含植株數，重複計算10個樣本。
- (五)、以顯微鏡觀察其構造：取吸滿水份成鮮綠色的植株，利用顯微鏡觀察其構造並照相。

二、探討捲葉濕地苔耐乾旱的現象

(一)、失水速率與量：

- 1、以除濕機除濕，使室內濕度比外界低。
- 2、取甲、乙、丙3個瓶子放入已除濕的室內(不加蓋)(圖一)，約20min後，先測出室內濕度。
- 3、甲：放20g的苔，乙：放10g的禾本科草皮，丙：空瓶。10分鐘後測量瓶內濕度(不加蓋)。
- 4、準備透明膠帶，貼上半張氯化亞鈷試紙，並用吹風機將試紙吹成藍色。將此膠帶懸吊在瓶子內。
- 5、瓶內各放入一個電子溼度計，加蓋密閉(圖二)。
- 6、每隔10min紀錄一次溼度，直到濕度不再變化。
- 7、記錄各組試紙變成粉紅色所需的時間。
- 8、將三個樣本瓶瓶蓋打開，放在持續除濕的室內，一天後重複以上動作。
- 9、取10克新鮮樣本放入防潮箱內，每隔一天記錄一次重量變化。

圖一、圖二



(二)、失水乾燥過程：

- 1、取樣本讓其自然乾燥，觀察外型差異。
- 2、以燈光將玻片上的濕葉子慢慢乾燥，在顯微鏡下紀錄其單片葉的乾燥過程。

三、探討捲葉濕地苔吸水的特性

(一)、最大吸水重量：

- 1、讓捲葉濕地苔吸取充足的水分，將根部的多餘水分吸除後，平鋪於直徑 10 公分之玻璃培養皿內。
- 2、秤出吸水後重，置於室溫不照光處使水分自然蒸散，24 小時後測量重量的改變。
- 3、將培養皿架於酒精燈上以火烤乾至重量不再減少。
- 4、計算損失的總水重。

(二)、葉片吸水過程：

- 1、取乾燥的捲葉溼地苔植株，以滴管加水後覆蓋上蓋玻片，在顯微鏡下觀察葉片的吸水過程，照相並記錄葉片完全張開所需時間。

(三)、假根與假葉吸水速度的比較：

- 1、在載玻片上滴水，將乾燥的植株置入水中，蓋上蓋玻片，在顯微鏡下觀察，並紀錄頂端葉片張開的過程及所需時間。
- 2、取單棵植株直立貼在玻片上，假根部份以濕綿花蓋住，觀察記錄頂端葉片張開所需的時間（圖三）。
- 3、將假葉用沙拉油浸泡，以防止水分進入葉片，將假根部以濕綿花裹住，提供水源，在顯微鏡下觀察，並紀錄頂端葉片張開的過程及所需時間。

圖三



圖三：讓溼地苔從根吸收水分

四、溶液濃度和水分進出細胞的關係

(一)、吸水和濃度的關係

- 1、配製食鹽水：甲：26%(飽和)、乙：20%、丙：15%、丁 10%。
- 2、將乾燥的葉片放在載玻片上並蓋上蓋玻片，在顯微鏡下觀察。
- 3、從蓋玻片邊緣滴入甲溶液。
- 4、以錄影方式觀察葉片吸水的過程。
- 5、重複 2~4 的過程只是將溶液換為乙和丙。

(二)、失水和濃度的關係

- 1、取已吸水張開的葉片放在載玻片上並蓋上蓋玻片，在顯微鏡下觀察。
- 2、重複(一)之 3~5 的過程，只是將觀察重點改為葉片脫水的過程。

五、乾旱對捲葉濕地苔光合作用的影響

(一)、排水集氣法收集光合作用產生的氧氣 (圖四)：

- 1、取 1 個大燒杯，裝入 1L 的水，並加入 2.1g 的碳酸氫鈉 (0.025M)。
- 2、將樣本 (10g)，倒入培養皿中，用漏斗蓋上。
- 3、將漏斗與培養皿一起裝入有碳酸氫鈉溶液的大燒杯內。
- 4、在漏斗中注滿水，再取 5cc 注射筒倒蓋住漏斗尖端，另一支針筒以三向閥抽除針筒內的空氣，使針筒內充滿水，將針口通道封閉。
- 5、將燒杯置於 OHP 燈光下 (410 瓦、距離 30 公分)。
- 6、每隔 1 小時，測量水面下降的高度 (體積)。

(二)、乾燥天數和光合作用的比較 (圖五)：

- 1、將新鮮樣品每 10 克分裝成一包，置入透明塑膠袋中，放在防潮箱中。
- 2、第一天取一新鮮樣品進行「排水集氣法收集光合作用產生的氧氣」的實驗。
- 3、第 2 天時，另取當天新鮮樣品及一包已乾燥一天的樣品，進行相同的實驗。
- 4、第三天擇取新鮮及乾燥一、二天的樣品，進行相同的實驗，以此類推。
- 5、每隔一小時記錄氧氣產生量，每次記錄三小時。

圖四、圖五



(圖四) 排水集氣法裝置



(圖五) 用投影機的燈照射

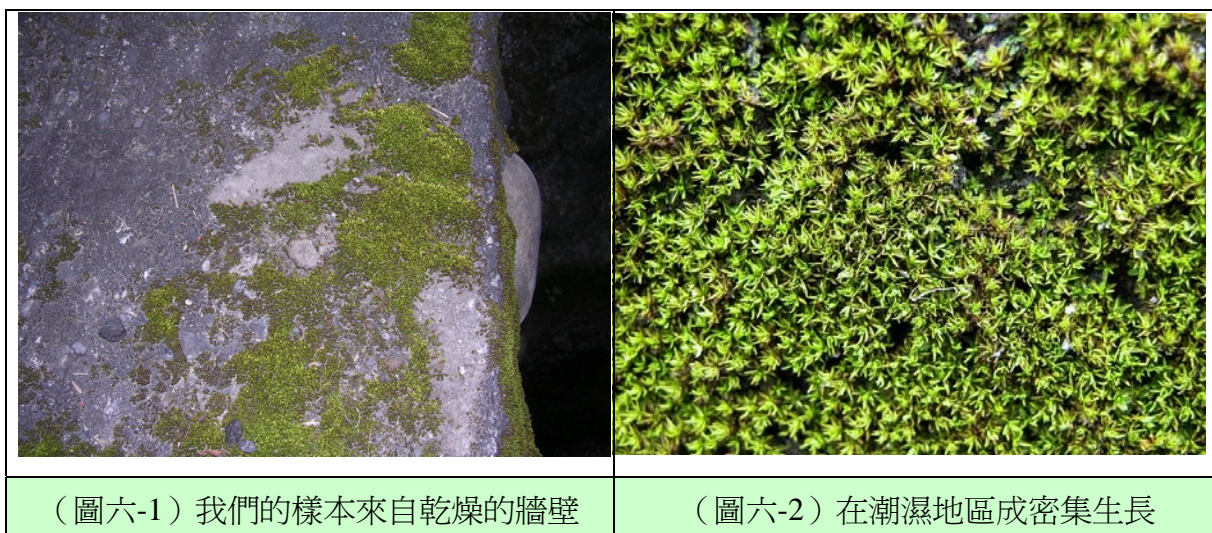
陸、研究結果

一、基本構造及生長環境

(一)、生長環境 (圖六):

- 1、陰暗的牆角邊、水溝蓋上、樹幹上、潮濕的土壤上都可找得到。日曬充足、坡度大、水分易流失的乾燥水泥牆上，也有分佈。

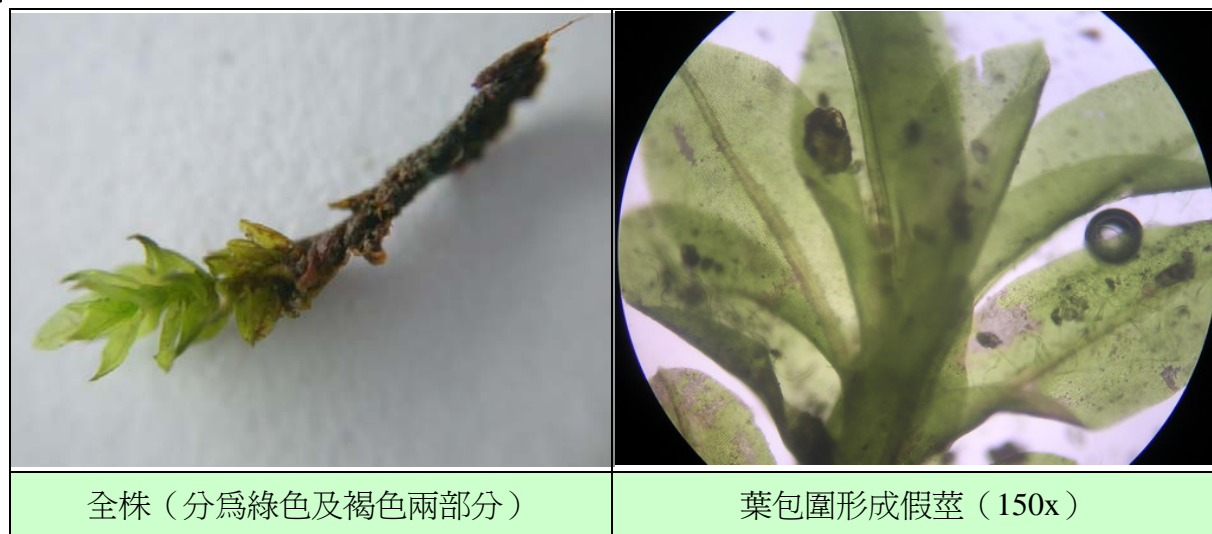
圖六

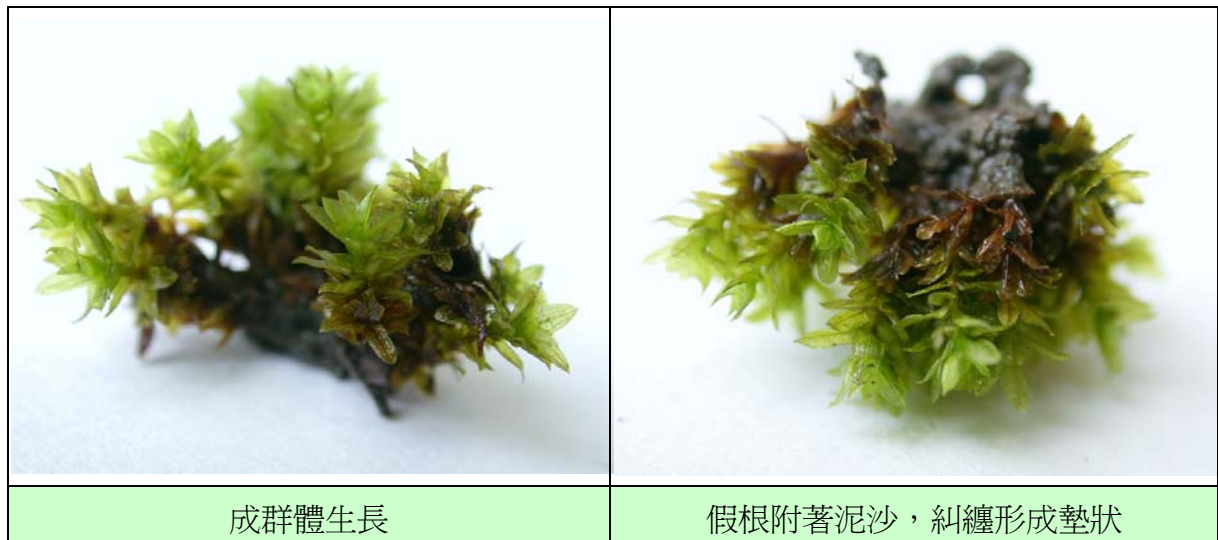


(二)、外部型態 (圖七):

- 1、全株長約 1 公分，分為綠色及褐色兩部分。綠色部分主要是葉狀構造（假葉），假葉（約 16~25 片）螺旋狀包圍形成莖（假莖）。
- 2、褐色部分包含褐色假葉及假根，假葉約 10 片，其餘為假根。
- 3、成群生長，假根與泥沙糾纏成墊狀。

圖七





(三)、平均密度：58 棵/1 cm²，126 株/1g (表一)

表一

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
株/cm ²	57	51	50	63	58	64	58	56	66	57	58
株/克	120	132	126	128	124	125	125	128	126	126	126

(四)、顯微構造 (圖八)：

1、假莖、假根：

(1) 假莖由長形細胞構成。假根為紅褐色長型細胞，但未見細胞質或核等構造，類似死細胞。

2、假葉：

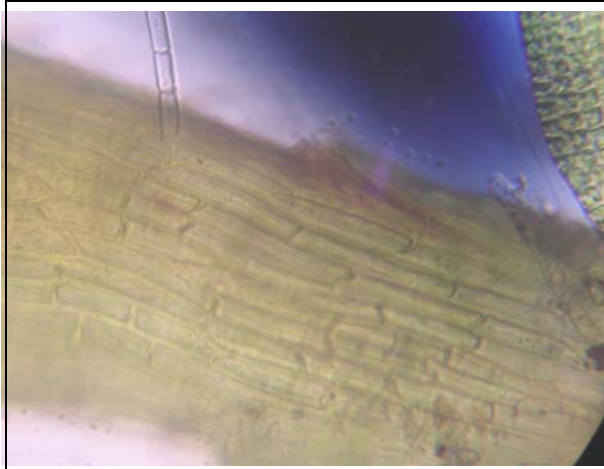
(1) 葉片由單層、方形細胞並排組成，細胞壁明顯。

(2) 葉中央與尖端細胞無明顯差異，葉緣細胞會向外突起形成小波浪狀，葉片中間有中肋的構造，直達葉尖，中肋由較長形的細胞組成，有時會出現紅褐色。

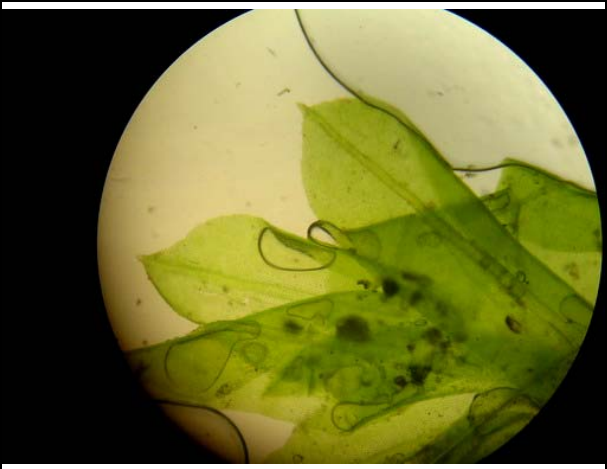
3、生殖器：

(1) 在乾燥環境觀察的樣本，沒發現孢子囊的構造，但曾發現藏精器。而較潮濕地區的樣本則有出現孢子囊。

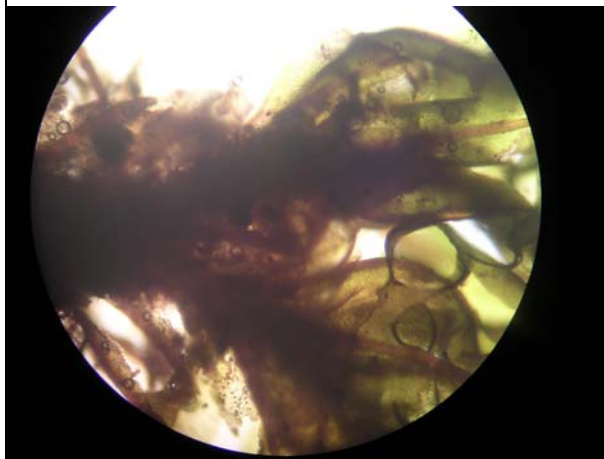
圖八(1)



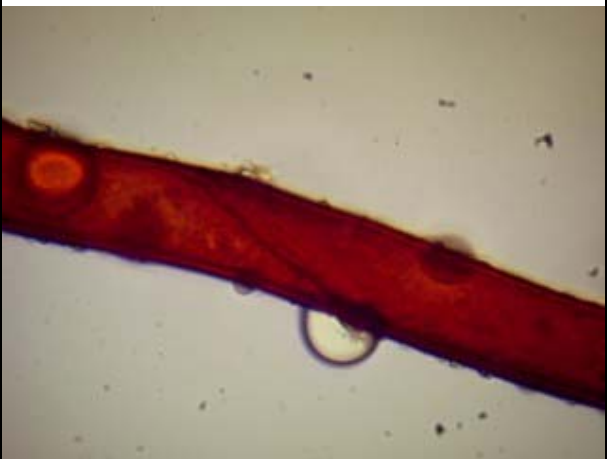
假莖由細長、透明的細胞組成 (400x)



葉片由單層細胞組成 (150x)



紅褐色的假根 (40x)



假根由細長的細胞組成 (640x)

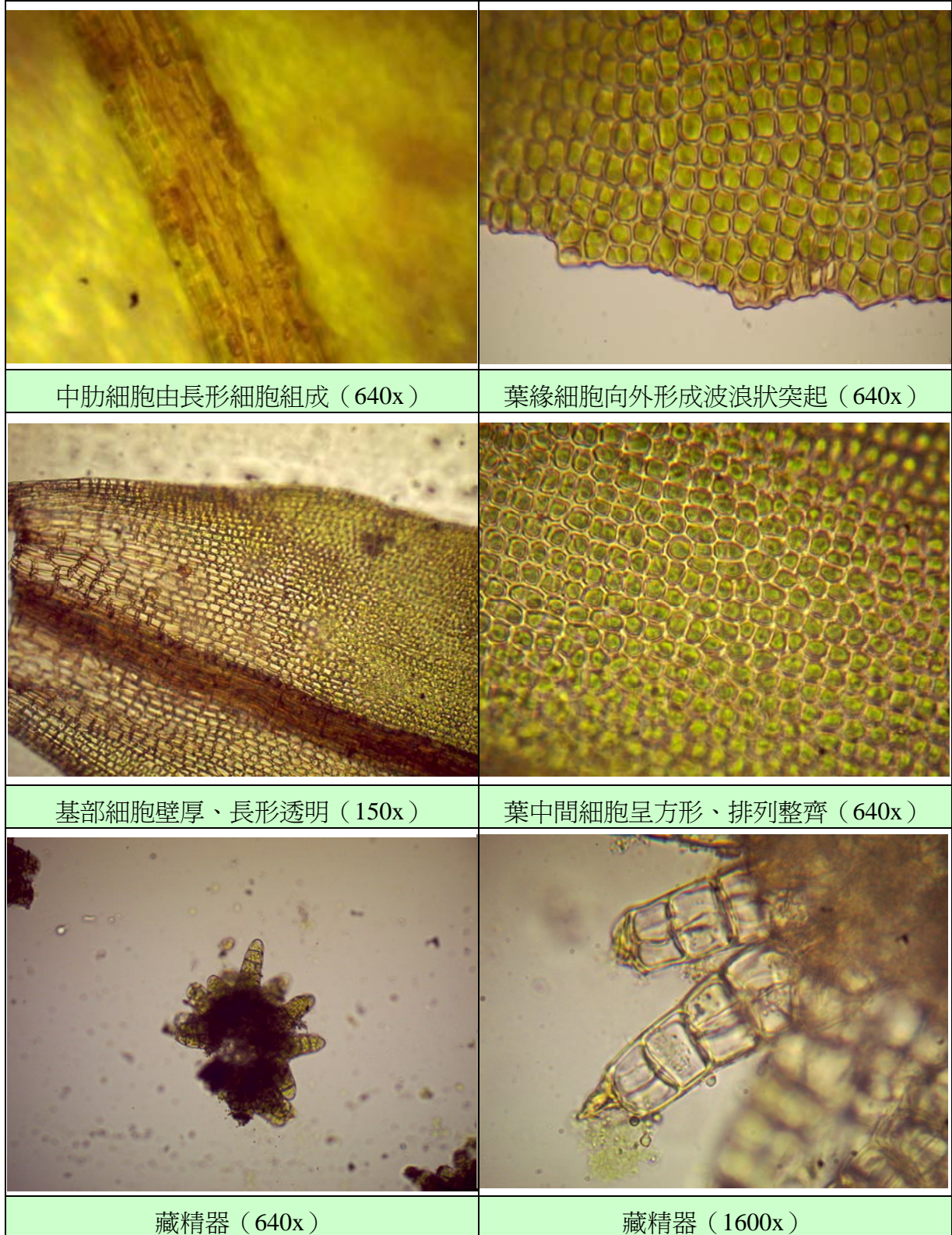


單一葉片長與寬之比約 3:1 (150x)



葉片尖端細胞有規則的排列 (640x)

圖八(2)



二、探討捲葉溼地苔耐乾旱的現象

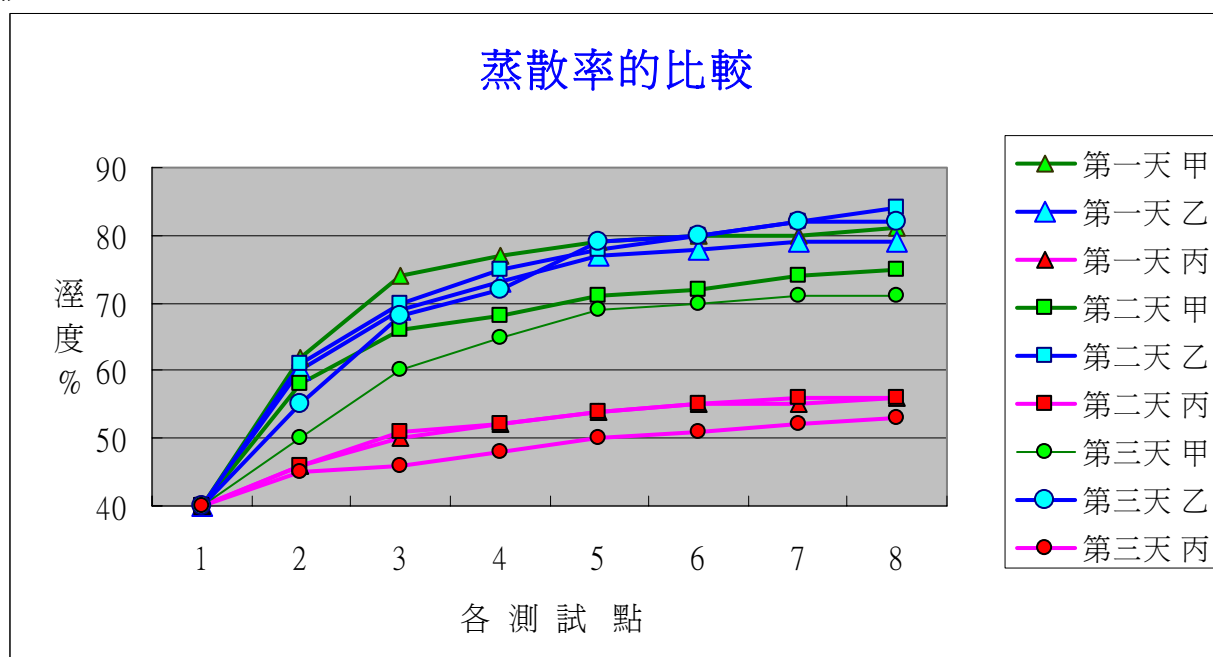
(一)、失水速率與量：

- 1、含水的捲葉溼地苔在乾燥的情況下，水分蒸散的速率比禾本科草本植物快，當所處環境溼度超過 80%，則蒸散作用幾乎呈停頓狀況（表二）。
- 2、當捲葉溼地苔已處於乾燥環境一段時間後，其蒸散作用則比禾本科植物慢(圖九)。
- 3、將捲葉溼地苔放在防潮箱內(濕度約 70%)，則每天減少的重量並不多，約只為本身重量的 2%（表三）

表二：失水速率測量結果（相對濕度%）甲=苔，乙=草皮，丙=空瓶

樣本	第一天			第二天			第三天		
	甲	乙	丙	甲	乙	丙	甲	乙	丙
室內濕度	40	40	40	40	40	40	40	40	40
瓶內濕度	62	60	46	58	61	46	50	55	45
10分後濕度	74	69	50	66	70	51	60	68	46
20分後濕度	77	73	52	68	75	52	65	72	48
30分後濕度	79	77	54	71	78	54	69	79	50
40分後濕度	80	78	55	72	80	55	70	80	51
50分後濕度	80	79	55	74	82	56	71	82	52
60分後濕度	81	79	56	75	84	56	71	82	53
試紙變色時間	6分 10秒	8分 44秒	31分 23秒	9分 07秒	7分 36秒	3分 20秒	9分 40秒	7分 20秒	31分 43秒

圖九



表三：失水量測量結果

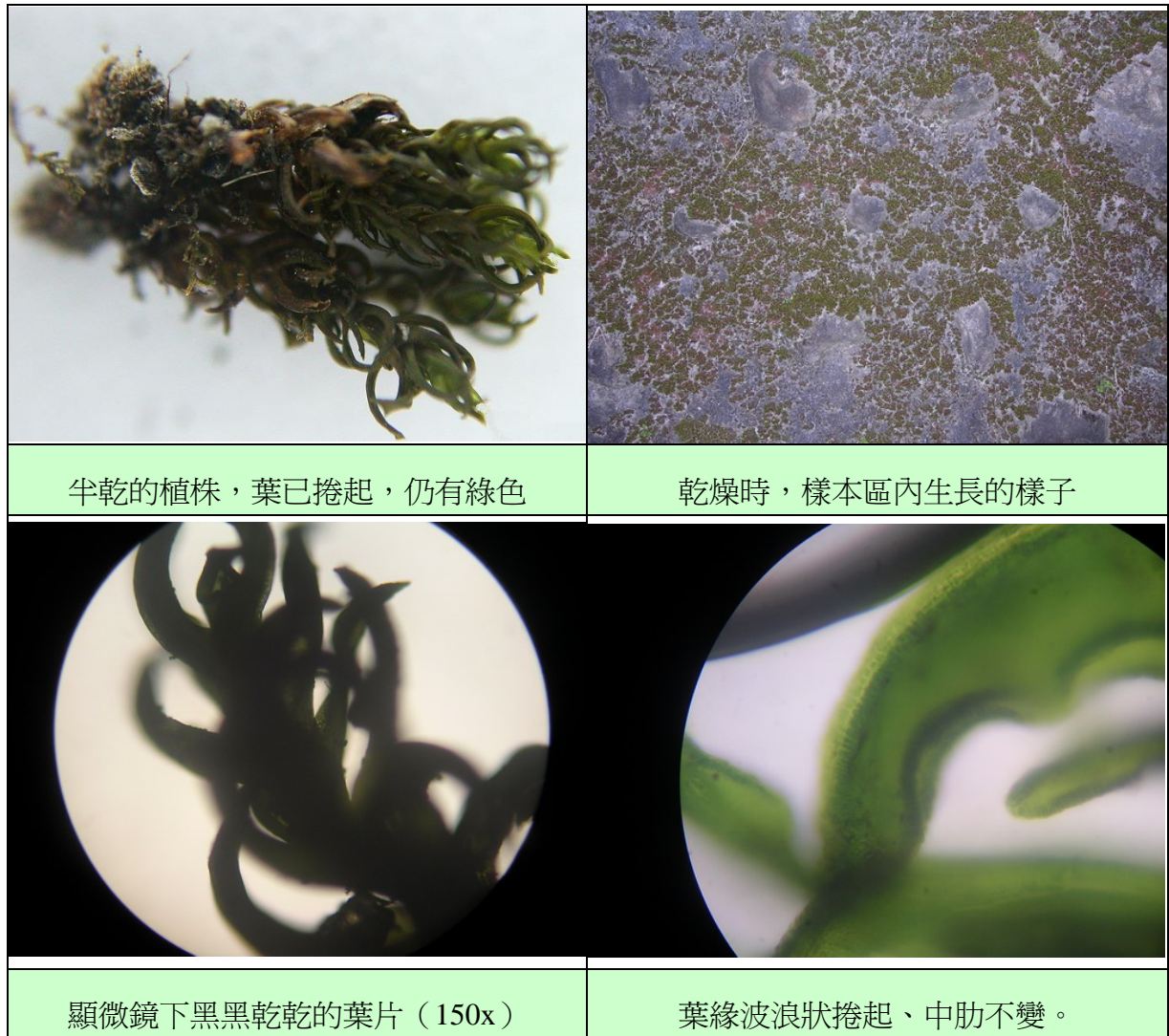
乾燥天數	0	1	2	3	4	5	6	7	8
重量 (g)	10	9.8	9.7	9.1	9.0	8.8			

(二)、乾燥過程：

1、植株乾燥時外形變化（圖十）。

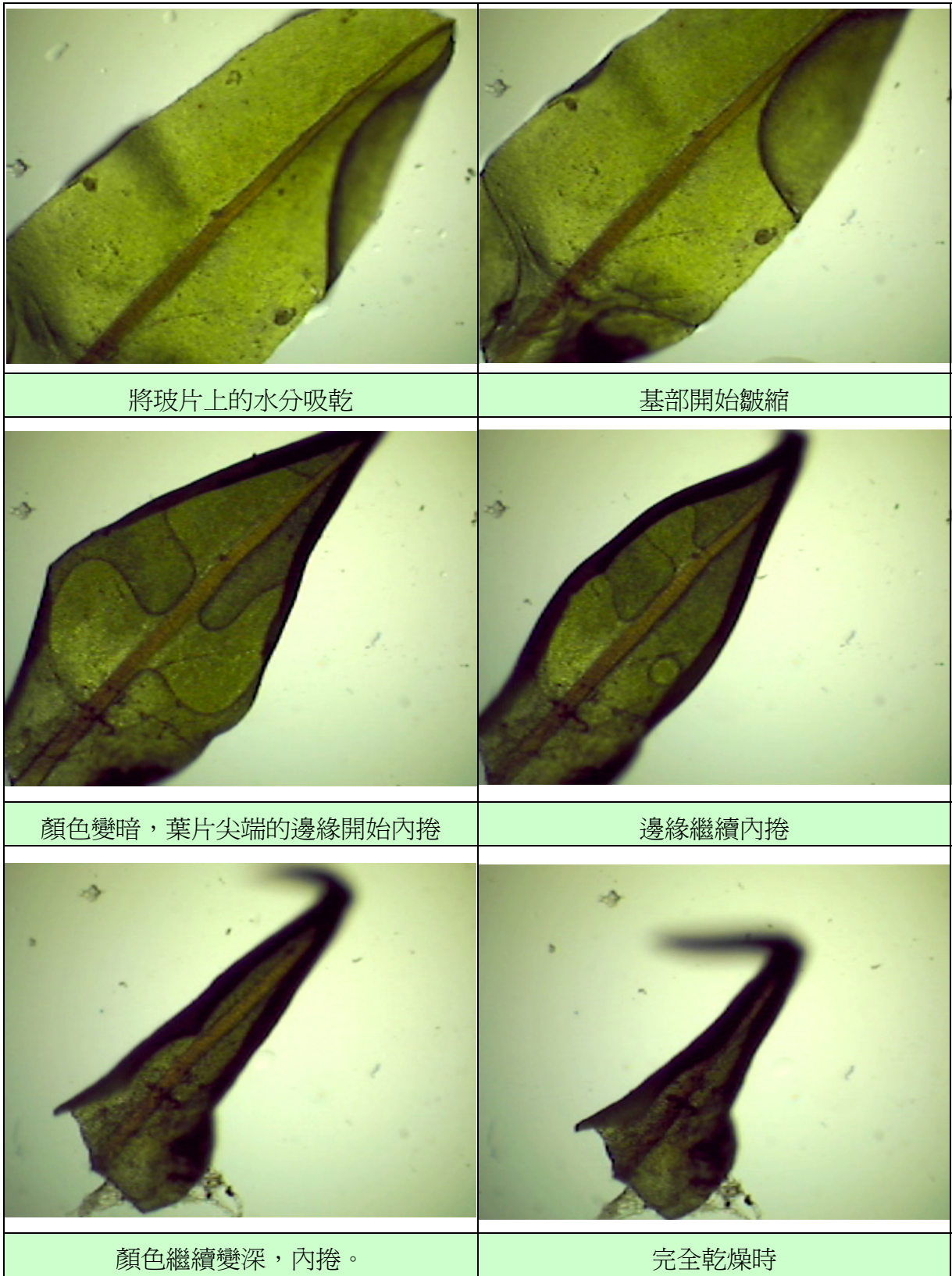
(1)、乾燥時，葉片縱向捲起，葉變成細長條狀，顏色變黑色。

圖十



2、葉片乾燥過程（圖十一）：首先從基部開始出現皺縮，接著整片葉片顏色開始轉成暗綠色，從葉片尖端的邊緣開始內捲，中肋及葉中央的細胞則無皺縮變形的狀況，繼續內捲且尖端向另一側彎曲，葉片最後成條狀。

圖十一



三、探討捲葉濕地苔吸水的特性

(一)、最大吸水量：捲葉濕地苔含水量達本身乾重量的 573% (表四)

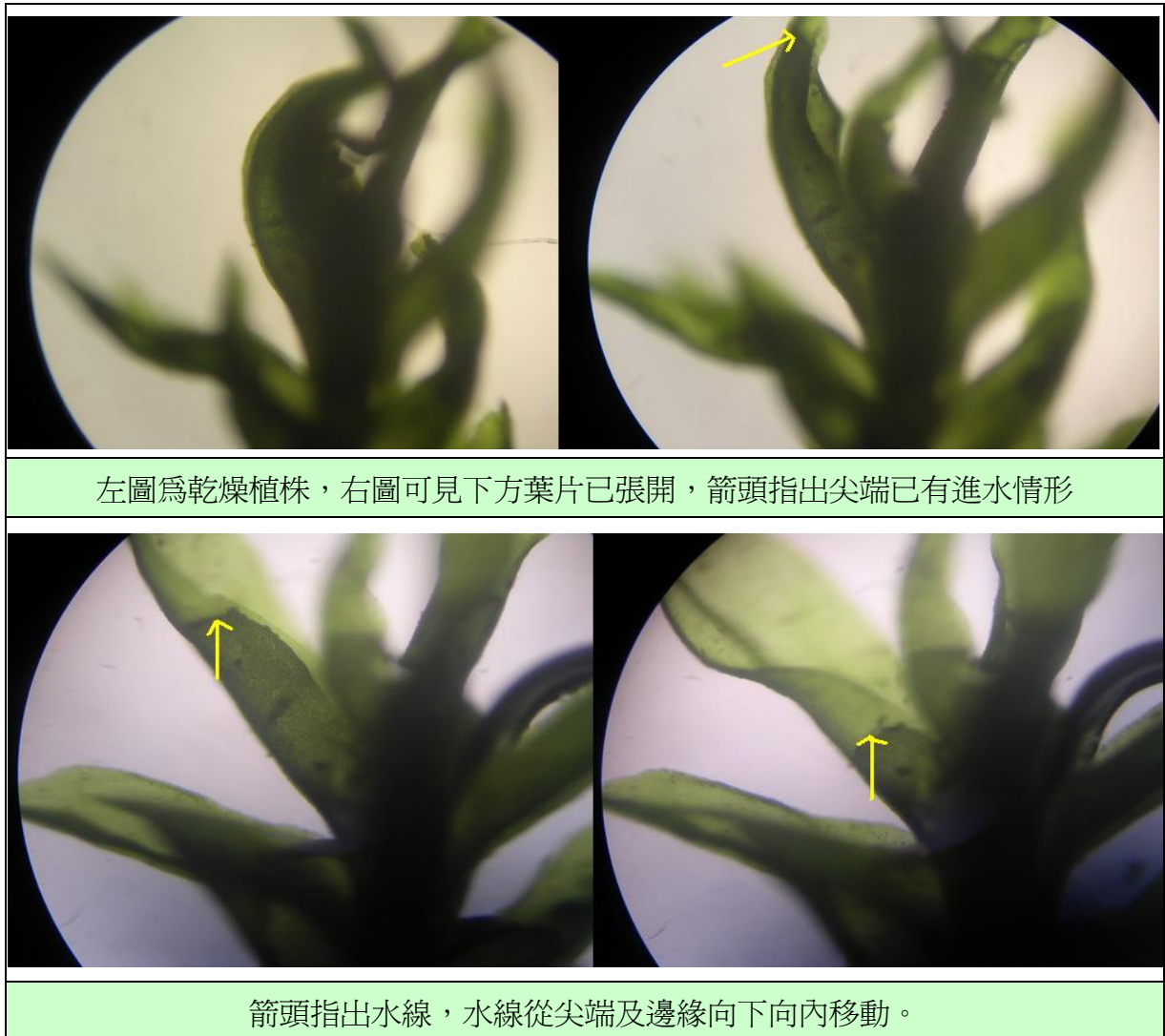
表四：

	苔重(濕)	容器	乾燥後重	失去的水重	水重/苔重
重量(g)	10.1	17.8	19.3	8.6	$8.6/1.5=5.73$

(二)、單葉吸水過程 (圖十二)：

- 1、將乾燥的植株浸泡在水中，10 秒之內，在顯微鏡下即可觀察到水由葉尖端進入，形成一條”水線”(因吸水後顏色變亮，和原來的黑綠色形成的差異造成)，往葉基部延伸，約 2 分鐘內假葉完全展開。同時可清楚觀察到單一層的葉片細胞在吸水後由黑綠色轉變為亮綠色並可透光，葉片並隨著水線之進入而慢慢展開。

圖十一



(三)、從假根或假葉吸水速度的比較 (圖十三)：

- 1、將苔直立只在根部供應水分時 (模仿原來生長的情形)，要經過二小時以上葉子才會完全張開。
- 2、若在顯微鏡下觀察，則從根吸水至葉片張開約需 60 分鐘以上，比葉片直接吸水的速度慢了數十倍。且葉張開過程未見到水線的移動。

圖十三



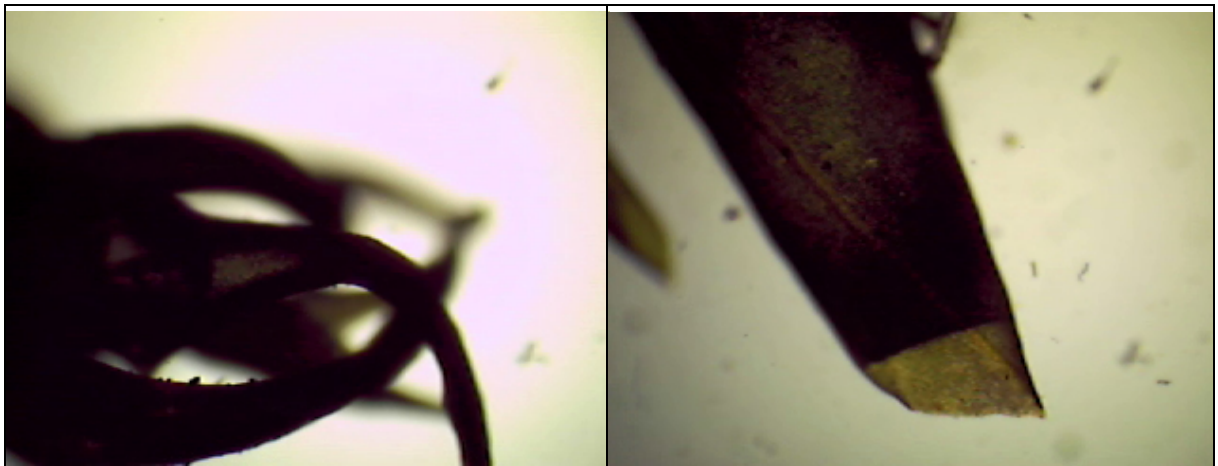
- 1、根部用沾溼的棉花包裹。
- 2、乾的假葉泡在沙拉油中
- 3、經 30 分鐘後，假葉已大致張開，但葉張開過程中未出現明顯水線。

四、溶液濃度和水分進出細胞的關係

(一)、吸水和濃度的關係(圖十四)

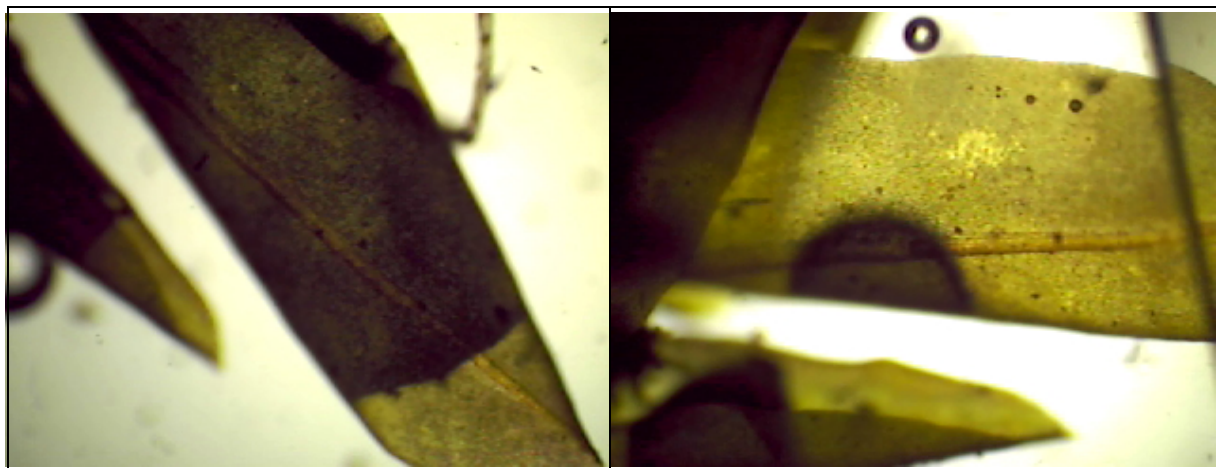
- 1、乾的葉片浸泡在食鹽水中：
 - (1)、浸泡 26%(飽和)時，約二十五分鐘後吸飽水 (變綠、張開)。
 - (2)、浸泡 20%時，約十五分鐘後吸飽水。
 - (3)、浸泡 15%時，約五分鐘後吸飽水。

圖十四



乾的葉片浸泡在食鹽水中

尖端變綠，有吸水現象

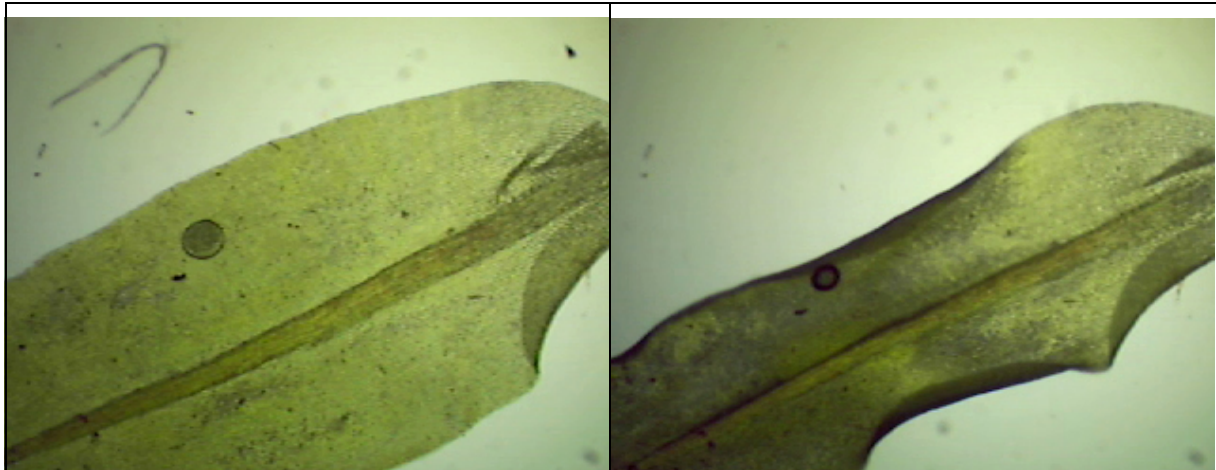


水線稍往基部移動	浸泡 15% 食鹽水時，15 分鐘後的情形
----------	-----------------------

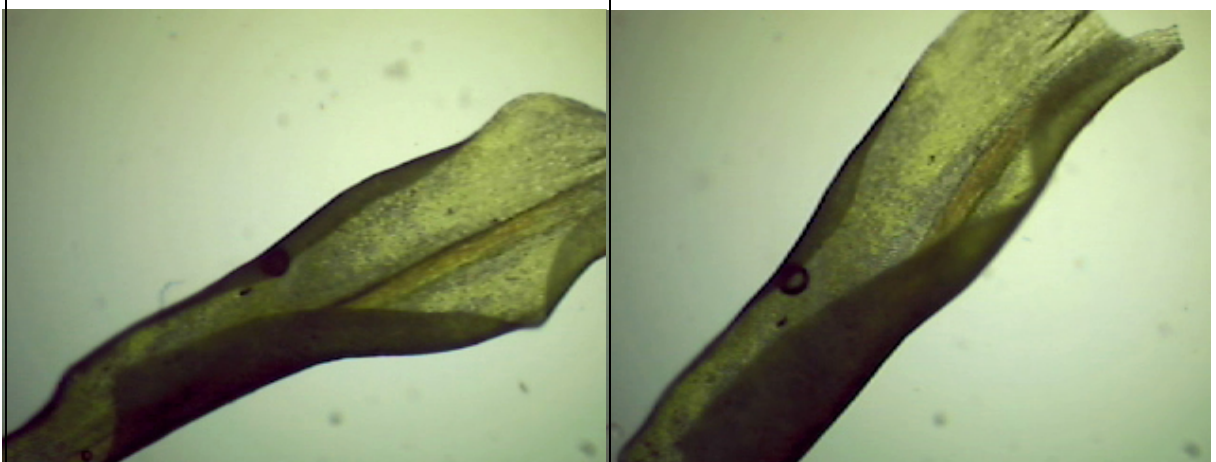
(二)、失水和濃度的關係(圖十五)

- 1、已吸滿水的葉片浸泡在鹽水中：浸泡飽和食鹽水時對葉片造成脫水作用，葉片出現變黑、捲曲的情形。將濃度稀釋至 15% 時則已無脫水情形。

圖十五



已吸水張開的葉片，加入飽和食鹽水	葉變黑色，葉緣捲縮
------------------	-----------



葉緣繼續縱向捲縮	葉片幾乎已完全捲起
----------	-----------

五、乾旱對光合作用的影響

(一)、乾旱天數對光合作用的影響 (圖十六)

- 1、若以同一天的實驗，來比較各不同乾旱天數的樣本，氧氣產生量的差異，發現乾旱 3 天內的樣本，第一小時的氧氣產生量，有上升的趨勢，而 4 天後則又回降，但 3 小時內氧氣產生的總量則無太大差異(表五)。
- 2、以同一樣本(同一地點、同一天採集、並以相同方法秤重、乾燥)，來比較不同乾旱天數對光合作用的影響，也發現類似情形(表六)。

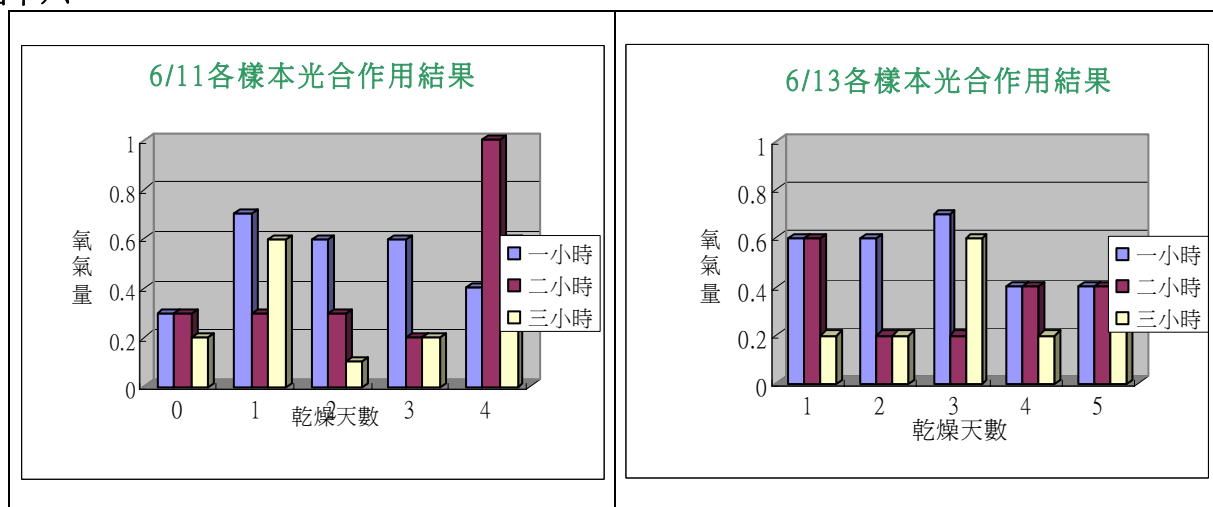
表五

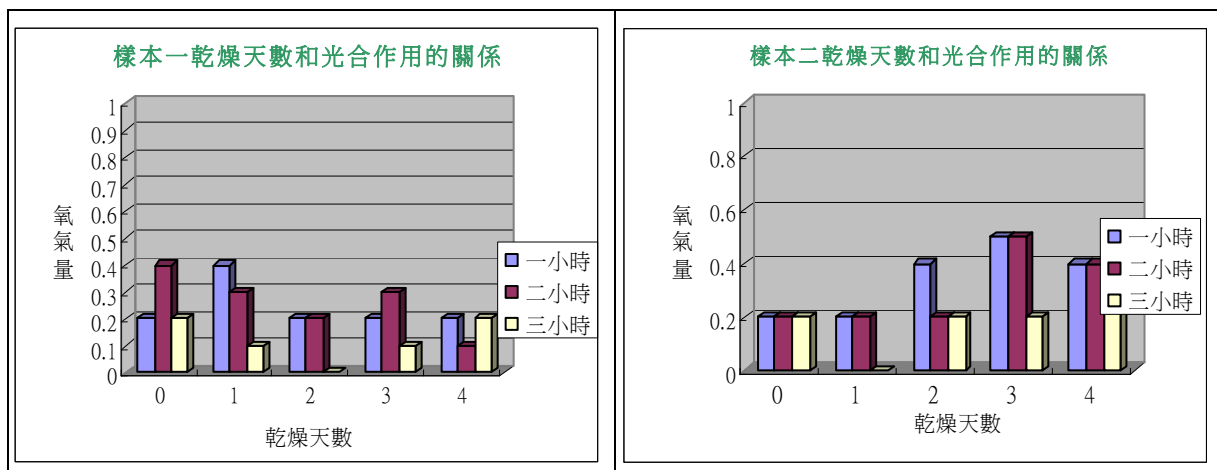
	6/11 各樣本光合作用結果					6/13 各樣本光合作用結果				
乾燥天數	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1
一小時	0.4	0.6	0.6	0.7	0.3	0.4	0.4	0.7	0.6	0.6
二小時	1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2	0.2	0.6
三小時	0.6	0.2	0.1	0.6	0.2	0.4	0.2	0.6	0.2	0.2

表六

	樣本一					樣本二				
乾燥天數	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0
一小時	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	0.4	0.2	0.2
二小時	0.1	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.2	0.2	0.2
三小時	0.2	0.1	0	0.1	0.2	0.4	0.2	0.2	0	0.2

圖十六





陸、討論

一、基本構造及生長環境。

- (一)、本研究主要是探討捲葉溼地苔配子體的各种現象，其中植株本身並未有真正的根、莖、葉，但有時我們會習慣以根、莖、葉來稱呼。
- (二)、捲葉溼地苔通常成群體生長，根部並形成毯狀，可能和保留水份有關，我們嘗試測量墊狀假根的截留水的能力，但因無法克服測量時的困難而失敗。

二、耐乾旱的現象

- (一)、我們曾經將捲葉溼地苔放在空氣中不澆水，歷經一個月後，仍能快速吸水恢復綠色，所以後來我們一直爲了如何確定捲葉溼地苔是否死亡而傷腦筋，我們曾找到只能染死細胞的染劑(Evens blue)，想用染色法來判斷細胞的死活，可是發現此染劑可以染各種植物的死細胞，卻無法讓捲葉溼地苔的死細胞染上色，所以並不適用，後來改以測定光合作用來做判斷。
- (二)、當我們要觀察乾枯的捲葉溼地苔時，由於乾枯後不易透光所以幾乎無法觀察到細部構造，後來改用泡油的方式觀察，效果很好，以後可以嘗試用這種方式來觀察。
- (三)、我們本來想用重量改變的方法，來探討乾燥下捲葉溼地苔散失水分的情形，但因重量損失不明顯，所以我們改用氯化亞鈷紙測蒸散速率，但此法無法測量短時間內（如十分鐘）的改變，所以又改用電子式溼度計，操作起來又方便又準確。這個實驗如果能在固定的濕度下操作，則可以看出不同溼度時蒸散作用的改變，可惜我們只有防潮箱而且又無法調整溼度，所以實驗結果的精準度可能較不足。

三、探討捲葉溼地苔吸水的特性

- (一)、我們本來想觀察毯狀的捲葉溼地苔泡水後，外觀或重量體積的改變等，但後來發現因捲葉溼地苔個體很小，秤重或量體積時，很容易發生誤差，外型也不易觀察，於是改用顯微鏡觀察，沒想到在顯微鏡下不但可以看到改變後的結果，更可很快的觀察的水的過程。
- (二)、我們發現水都由葉尖進入，推測葉尖可能有特別的構造或生理作用，於是嘗試去除葉尖，不過切除葉尖後植物又出現缺口會影響水分的吸收，我們想到用封住葉尖的方式（將葉尖泡油）讓水從葉緣或葉的其他部位進入，來探討葉尖的作用。但因葉尖太小不易只封住葉尖，所以改成將葉片全部泡油（不吸水），而假根泡水的實驗，意外發現其實假根吸水效率遠不及假葉。

四、溶液濃度和水分進出細胞的關係

- (一)、我們本來想利用不同濃度的食鹽水，探討葉尖、葉基等部位，是否有不同的細胞質濃度，但苔類細胞很小，不易觀察到細胞脹大或縮小的情形，只能以吸水或脫水的快慢來區分，結果不是很準確。

五、乾旱對捲葉溼地苔光合作用的影響

- (一)、雖然捲葉溼地苔並非水生植物，但我們發現它的葉片只有一層細胞，葉上沒有氣孔等構造，應該能直接和空氣、水接觸，所以採用排水集氣法收集氧氣，來判斷光合作用速率。
- (二)、我們為避免光合作用的結果，受到植物本身的差異或溫度差異等影響，所以採取同一批樣本，在不同乾燥天數下，來比較光合作用率，同時也進行不同批樣本，在同一天測光合作用率的實驗，希望降低其他變因影響實驗結果。

柒、結論

一、基本構造及生長環境

- (一)、捲葉溼地苔的葉片僅由單層細胞組成，除中肋為長型細胞外，其餘葉片細胞為小而接近方形的細胞。
- (二)、成群體密集生長（58 株/平方公分或 126 株/公克），褐色部分（假根）糾纏形成毯狀。
- (三)、陰暗潮濕的牆角、樹幹、土壤上，或日曬充足、乾燥的水泥牆都可生長。
- (四)、生長在乾旱環境的捲葉溼地苔，很少出現孢子體，但有很多藏精器的構造，也許在逆境下（乾旱）苔類並不進行無性生殖。
- (五)、在乾旱環境常可看到大片的捲葉溼地苔，但很少出現其他苔蘚類；而潮濕的環境則常有多種苔類雜生在一起，其中捲葉溼地苔顯得較弱勢。

二、耐乾旱的現象

- (一)、含水的捲葉溼地苔在乾燥環境下(溼度 40%)，蒸散的速率比禾本科草本植物快，推測是因捲葉溼地苔葉片為單層細胞，所有細胞皆暴露在環境中，除了可能有角質層外，無其他物理性的防水構造，所以極易蒸散。
- (二)、當外界溼度超過 80%，禾本科草本植物的蒸散率並無多大改變，但捲葉溼地苔的蒸散速率幾乎呈停頓狀況，我們認為捲葉溼地苔可能以改變生理作用的方式，來降低蒸散的趨勢；而放在濕度約 70%的環境下，每天減少的重量並不多，約只為本身重量的 2%，且隨著時間的增加其損失的重量越少，在下雨天時重量甚至有些微增加。我們認為捲葉溼地苔在失去水分達一定程度後，細胞生理會產生一些改變，使水分不易再散失，也就是說它可能以改變生理作用的方式來保有水分；它們可能還可以吸收空氣中微量的水分（如溼度超過 80%時）。這可能也就是它們能長期在乾旱中，仍然不會死亡的原因。
- (三)、葉片乾燥的過程：首先從基部開始出現皺縮，葉片尖端的邊緣開始內捲，而中肋及葉中央的細胞則無皺縮變形的狀況，葉片最後成條狀。這也許就是「捲葉」溼地苔名稱的由來。

三、探討捲葉濕地苔吸水的特性

- (一)、捲葉溼地苔的含水量可高達本重的 573%。將乾燥的植株浸泡在水中，約 2 分鐘內假葉完全展開。以單一葉片而言，浸泡在水中時通常在數十秒之內整片葉子吸水張開。葉子具有極強的吸水能力。
- (二)、將整片葉子浸泡在水中時，並不像紙張吸水一樣，是從紙張的浸水部分吸水，捲葉溼地苔的吸水方式是由葉尖端進入，形成一條“水線”，再往葉基部延伸。我們推測：「葉的尖端缺少角質層，水分較易進入」，而在顯微鏡下，葉尖也的確較透明，應該是沒有角質層的。
- (三)、直立生長時若從根吸水，其速度非常慢，遠不如葉，所以根的主要功能應非吸水，但因其糾結成墊狀應有攔截水分，協助吸水的功能。
- (四)、只從根部供水時，在顯微鏡下的吸水速度高於直立時，推測可能是因顯微鏡燈源造成高溫，而使水分運輸加快。

四、溶液濃度和水分進出細胞的關係

- (一)、一般細胞因細胞質濃度的關係泡在鹽水中，因滲透作用的關係會出現脫水現象，但乾的捲葉濕地苔葉片浸泡在 20%、15%食鹽水中時，仍能吸水(變綠、張開)，只是速度變慢而已，甚至飽和食鹽水也仍可葉片吸水張開。根據這些現象，我們判斷：乾燥時捲葉濕地苔細胞質濃度非常高，這可能是捲葉濕地苔葉片能快速而大量吸水的原因。

- (二)、飽和食鹽水或 20%飽和食鹽水會對吸滿水的葉片，造成脫水作用，而 15%飽和食鹽水則無脫水作用。表示吸水後葉片細胞的細胞質濃度約為 15%。

五、乾旱對捲葉濕地苔光合作用的影響

- (一)、我們本來認為植物在乾旱時，無法進行光合作用，再恢復供水時，應需要一段時間，才能恢復正常功能。但實驗結果，經乾旱處理的捲葉濕地苔，再供水後，竟能迅速恢復光合作用，尤其第一小時的光合作用率，甚至比水分充足的樣本還高，我們推測生物也許有「補償作用」，以快速的光合作用補充缺乏的養分。
- (二)、乾燥組光合作用率的提升，以第一小時最明顯，之後恢復成一般的速率。
- (三)、乾燥雖可刺激捲葉濕地苔的補償作用，但乾燥時間過長可能會有不利情況出現，從我們的數據中可看出乾燥 4 天後，光合作用率已開始下降。我們曾用乾燥 10 天的樣本測光合作用率，發現他已降得比新鮮樣本低。
- (四)、捲葉濕地苔在漫長的乾燥時期內，細胞內產生哪些變化？如何提升細胞質濃度？光合作用的酵素、葉綠體等，又如何能不損壞或失去功能，這是很有趣的問題，如果能研究出『抗旱』的原理，也許將來能培育出抗旱的植物，或應用於改變其他植物的抗旱能力！

六、總結

- (一)、捲葉濕地苔具有小小、薄薄、單一層細胞的葉片，這些葉片雖然沒有物理性防止水分散失的能力，但它在受到乾旱的考驗時，可能藉著生理的改變，避免水分的進一步散失，而在遇到水分時，則能利用葉片快速而大量的吸收水分，或吸收環境中含量極低的水分。這種特殊的吸水能力，可能和高濃度的細胞質有關。而捲葉濕地苔可在乾燥後，迅速恢復光合作用，甚至提升光合作用率。所以捲葉濕地苔不只是適合生活在陰暗潮濕的地方，乾旱的地方也難不倒它喔！

捌、參考資料

- 一、蔣鎮宇等著 (2004)，[台灣苔類植物彩色圖鑑](#)，台北市，農委會
- 二、林善雄 (2000)，[梅峰小宇宙---蘚苔植物世界](#)，台北市，農委會

評 語

031720 乾與濕的策略-捲葉濕地苔和水的關係

1. 本研究以常見乾生苔蘚類為觀察材料測試植物吸水回復的過程，經實驗獲致良好的結果。
2. 有關形態改變的實驗已完成，唯對細胞之觀察未見進行。